

Seleção para Caracteres de Cenoura Cultivada em Sistema de Agricultura Orgânica



ISSN 1677-2229

Agosto, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 131

Seleção para Caracteres de Cenoura Cultivada em Sistema de Agricultura Orgânica

Giovani Olegário da Silva

Jairo Vidal Vieira

Aginaldo Donizete Ferreira de Carvalho

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70.351-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: *Warley Marcos Nascimento*

Editor Técnico: *Ricardo Borges Pereira*

Supervisor Editorial: *Caroline Pinheiro Reyes*

Secretária: *Gislaine Costa Neves*

Membros: *Miguel Michereff Filho*

Milza Moreira Lana

Marcos Brandão Braga

Valdir Lourenço Júnior

Daniel Basílio Zandonadi

Caroline Pinheiro Reyes

Carlos Eduardo Pacheco Lima

Mirtes Freitas Lima

Normalização bibliográfica: *Antonia Veras de Souza*

Foto de capa: *Giovani Olegário da Silva*

Editoração eletrônica: *André L. Garcia*

1ª edição

1ª impressão (2015): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Silva, Giovani Olegário da.

Seleção para caracteres de cenoura cultivada em sistema de agricultura orgânica / Giovani Olegário da Silva, Jairo Vidal Vieira, Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho – Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2015.

24 p. : il. - (Boletim Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229; 131).

1. *Daucus carota* L. 2. Produção orgânica. 3. Hereditariedade. I. Vieira, Jairo Vidal. II. Carvalho, Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho. III. Título. VI. Série.

CDD 635.13

©Embrapa, 2015

Sumário

Resumo	7
Abstract.....	9
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	12
Resultados e Discussão.....	15
Conclusões.....	19
Referências	19

Seleção para Caracteres de Cenoura Cultivada em Sistema de Agricultura Orgânica

Giovani Olegário da Silva¹

Jairo Vidal Vieira²

Aginaldo Donizete Ferreira de Carvalho³

Resumo

Pelo aumento do interesse por produtos com baixo nível de resíduos de agrotóxicos e produção menos agressiva ao meio ambiente, a agricultura agroecológica tem tido um crescimento acelerado em todo o mundo. O objetivo deste trabalho foi estimar a herdabilidade, a importância relativa dos caracteres na discriminação das famílias e os ganhos com a seleção em uma população de cenoura cultivada em sistema orgânico de produção. O ensaio foi conduzido em Brasília, no verão de 2006/2007. Foram avaliadas 100 famílias de meio-irmãos de cenoura em delineamento de blocos casualizados com duas repetições.

¹ Eng^o. Agr^o., D. Sc. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Eng^o. Agr^o., D. Sc. em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

³ Eng^o. Agr^o., D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Foram colhidas individualmente 20 plantas por parcela e avaliadas para caracteres de raiz. Foi realizada análise de variância. Foram estimados parâmetros genéticos, a importância relativa dos caracteres na diferenciação das famílias e os ganhos pela seleção direta e por índices de seleção. Verificou-se que os caracteres comprimento de raiz e diâmetro de xilema são os mais importantes na diferenciação das famílias. Os melhores índices de seleção para serem utilizados são Índice de Elston (1963) e, principalmente, o Índice de Willians (1962).

Termos de indexação: *Daucus carota* L., parâmetros genéticos, ganhos com a seleção.

Selection for Carrot Characters in Agroecologic Production Systems

Abstract

With the increased interest in products with low levels of pesticide residues and producing less aggressive to the environment, agro-ecological agriculture has had a rapid growth worldwide. The objective of this work was to estimate the heritability, the relative importance of the characters in families discrimination and the gains with the selection and the relationship between the characters in a carrot population cultivated in a organic production system. The essay was conducted in Brasília, in the summer of 2006/2007. One hundred half-sib families of carrot were evaluated in a randomized complete block design with two replications. 20 plants were harvested individually per plot and evaluated for root characters. Variance analysis was performed. Were estimated the genetic parameters, the relative characters importance in the families differentiation and the gains for direct selection and selection indexes. It was verified that the characters root length and xylem diameter are more important in the families differentiation. The best selection indexes to be used are Index of Elston (1963) and especially the Index of Willians (1962).

Index terms: *Daucus carota* L., genetic parameters, selection gains.

Introdução

Dentre as estratégias de melhoramento genético empregadas na cultura da cenoura, destaca-se o método de seleção recorrente baseado no desempenho de populações de meios-irmãos. Contudo, um aumento na eficiência do processo de melhoramento genético depende grandemente da obtenção de estimativas confiáveis dos parâmetros genéticos relacionados às características de interesse.

O conhecimento a respeito da magnitude dos valores de herdabilidade e correlações entre as diversas características sob seleção é essencial, permitindo o estabelecimento de um conjunto de estratégias e métodos de melhoramento genético muito mais efetivos (ALVES et al., 2006).

A herdabilidade é uma medida do grau em que o fenótipo é influenciado geneticamente e, portanto, o grau em que ele pode ser modificado por seleção fenotípica (CARVALHO et al., 2001). De forma que, maiores coeficientes de herdabilidade, proporcionam maiores progressos genéticos com a seleção (EBERHART, 1970).

O melhoramento pode ser ainda mais efetivo com a utilização de índices de seleção, que permitem combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, de modo que seja possível a seleção com base em um complexo de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Várias são as características avaliadas nos programas de melhoramento de cenoura para o desenvolvimento de novas cultivares, dentre essas as relacionadas com o rendimento e aparência das raízes são muito importantes. Além disso, grande atenção é dada ao teor de β -caroteno, devido a sua influência na saúde humana, por ser precursor da vitamina A. Michalik et al. (1985) mostraram a associação entre a pigmentação mais intensa das raízes, especialmente de sua parte interna, com maior conteúdo de caroteno. Da mesma forma, estudos recentes realizados por Pereira (2002), concluíram que o uso de medidas de cor do sistema Hunter e do sistema CIELAB podem perfeitamente substituir os métodos laboratoriais “espectrofotométricos e cromatográficos” que são utilizados para determinação de carotenóides em cenoura.

Pelo aumento do interesse por produtos com baixo nível de resíduos de agrotóxicos e produção menos agressiva ao meio ambiente, a agricultura agroecológica tem tido um crescimento acelerado em todo o mundo (SOUZA, 2006). Considerando-se que a agroecologia representa um conjunto de técnicas e conceitos que visam a produção de alimentos mais saudáveis e naturais dentre as linhas agroecológicas mais relevantes está a agricultura orgânica (SOUZA, 2006).

A agricultura orgânica tem como principal característica o processo 'Indore' de compostagem, que se caracteriza por uma compostagem em pilhas ou leiras a céu aberto, as quais são removidas por processo manual. Howard admite que "a verdadeira fertilidade dos solos deve estar assentada sobre um amplo suprimento de matéria orgânica e principalmente na manutenção de elevados níveis de húmus no solo (SOUZA, 2006).

O objetivo deste trabalho foi estimar a herdabilidade, a importância relativa dos caracteres na discriminação das famílias e os ganhos com a seleção com a utilização de diferentes índices de seleção em uma população de cenoura cultivada em sistema de produção orgânico.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido no verão de 2006/2007 no Núcleo Rural Taguatinga, DF, que segue modelo de agricultura orgânica. Os tratamentos culturais foram efetuados de acordo com os procedimentos usuais da propriedade, seguindo as orientações do modelo agroecológico. Foram avaliadas 100 famílias de meio-irmãos de cenoura oriundas de uma população derivada da cultivar Alvorada do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças. As famílias foram dispostas em delineamento de blocos casualizados com duas repetições e parcelas de 1,0 m². A semeadura foi feita em quatro linhas transversais ao comprimento do canteiro, espaçadas de 25 cm uma da outra, totalizando aproximadamente 100 plantas por m² após o desbaste que foi realizado 30 dias após o semeio. Irrigações foram realizadas durante o ciclo para proporcionar umidade do solo próximo à capacidade de campo. Não

houve aplicação de fungicida ou outro agente químico durante o experimento para controle dos patógenos. Foi utilizado 2500 kg ha⁻¹ de composto orgânico, formulado conforme Souza e Alcântara (2008).

Foram colhidas 20 plantas por parcela, de forma aleatória, com 90 dias após semeio e estas foram avaliadas individualmente para os caracteres comprimento de raiz (mm), diâmetro da raiz (mm) avaliado na metade do comprimento desta, massa da raiz (g), diâmetro do xilema da raiz (mm) avaliado na metade do comprimento da raiz, relação diâmetro do xilema / diâmetro da raiz, tipo de ponta da raiz (critério de notas: 1- arredondada, 2- levemente afilada, 3- afilada) (Figura 1), tipo de ombro da raiz (critério de notas: 1- cônico, 2- arredondado, 3- plano, 4- côncavo) (Figura 1), e por leitura colorimétrica direta, determinou-se o parâmetro a^* para os tecidos xilema e floema de cada raiz, utilizando-se o analisador de cor de tristimulus compacto Minolta CR-200b (Minolta Corporation Instrument System Division), parâmetro de cor que determina o teor de β -caroteno das raízes de cenoura (PEREIRA, 2002).

Os dados foram submetidos à análise homogeneidade de variância (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors). O caráter a^* do floema foi transformado por \sqrt{x} , enquanto que diâmetro do xilema, tipo de ombro, tipo de ponta e diâmetro de raiz, foram transformados por $\sqrt{x + 0,50}$, para atender a pressuposição de normalidade de distribuição.

Posteriormente foi realizada análise de variância, com informação entre e dentro de parcelas. Foram estimadas a herdabilidade pelo quadrado médio (CRUZ; REGAZZI, 2001), a relação entre o coeficiente de variação genético e ambiental (CVg/CV), e a importância relativa dos caracteres na diferenciação das famílias pela estatística de Singh (1981).

Foram estimados ainda os ganhos pela seleção (GS) direta entre e dentro de famílias, com a seleção de 20% das melhores famílias e 50% das melhores plantas dentro de famílias, onde $GS = Ds.H^2$, em que Ds: corresponde ao diferencial de seleção, ou diferença entre a média

dos selecionados subtraída da média da população base. Os ganhos diretos em cada caráter serviram como referencial para a avaliação do desempenho de índices de seleção aplicados (SANTOS; ARAÚJO, 2001).

Os índices de seleção utilizados foram: Clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943), índice base de Willians (1962), com base nos ganhos desejados de Pesek e Baker (1969) e livre de pesos e de parâmetros de Elston (1963), segundo Cruz e Regazzi (2001). Com peso dos caracteres igual ao desvio padrão genético para todos os índices, exceto o de Livre de peso e parâmetros de Elston (1963), onde os valores mínimos foram iguais à média para cada caráter.

Todas as operações estatísticas foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 1997).

Foto: Paula Feitosa

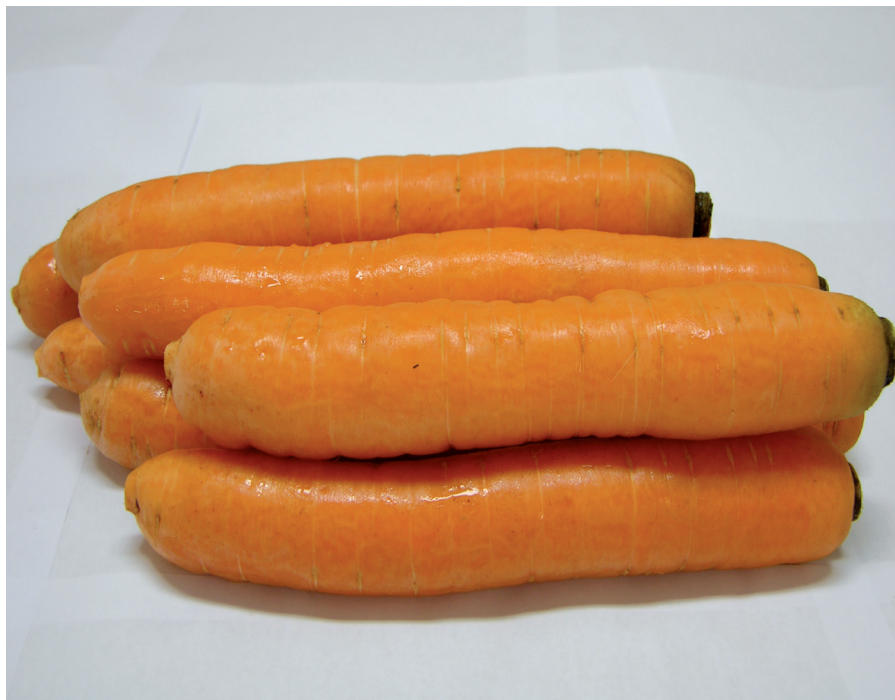


Figura 1. Raízes de cenoura com ponta e ombro arredondados e sem coloração verde no ombro.

Resultados e Discussão

Os caracteres (massa, diâmetro de xilema e relação entre diâmetro de xilema), foram significativos em diferenciar as famílias, apresentaram coeficiente de variação reduzido, com valor máximo de 21,32%, herdabilidades médias entre famílias medianas a baixas, variando de 38,60 a 61,06 e relação entre o coeficiente de variação genético e ambiental inferior a 1, indicando predominância de efeitos ambientais em detrimento dos de ordem genética (Tabela 1). Brar e Sukhija (1980) verificaram herdabilidade alta para massa de raízes, com valor de 88%. Valores dentro deste intervalo também foram verificados por Korla et al. (1980) e Alves et al. (2006), na ordem de 64 a 57%, respectivamente, valores, portanto, superiores que no presente trabalho (47,73%). No entanto, esta estimativa concorda com Vieira (1988), que observou valor de 48% para herdabilidade e grande influência do ambiente na expressão deste caráter.

Diâmetro de raiz foi o único caráter que não foi significativo em diferenciar as famílias estudadas. Sendo que o valor de herdabilidade para este caráter foi nulo. Já para os demais caracteres as herdabilidades variaram de medianas a baixas para comprimento de raiz, a^* do floema e tipo de ponta (49 a 53%), a alto para tipo de ombro (70%) e a^* do xilema (81%). A relação CV_g/CV foi reduzida apenas para diâmetro de raiz, sendo superior a 1 para o parâmetro a^* do floema e tipo de ombro, e chegando a 2 para a^* do xilema (Tabela 1).

Para os caracteres comprimento de raiz, diâmetro de raiz e diâmetro de xilema, os valores de herdabilidade verificados por Alves et al. (2006) foram de 42, 29, e 57%, respectivamente. Valores muito semelhantes aos estimados no presente trabalho, com exceção para comprimento de raiz, onde os valores verificados no presente trabalho foram de (53 e 36,26%). Da mesma forma, Mccollum (1971) considerou estes caracteres como tendo reduzidos valores de herdabilidade.

As herdabilidades entre famílias foram em geral maiores do que dentro de famílias, sugerindo que a seleção das melhores famílias seria a melhor alternativa para a obtenção de ganhos genéticos.

Tabela 1. Coeficiente de variação ambiental (CV), relação entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV/CVg), herdabilidade média no sentido amplo baseada na média das famílias (Ha^2), médias, herdabilidade no sentido amplo dentro de famílias (Ha^2d) e importância relativa dos caracteres (IR) na diferenciação das famílias pela estatística de Singh (1981), para caracteres de raiz, decorrentes da avaliação de uma população com 100 famílias de cenoura cultivadas em sistema orgânico de produção. Brasília, 2007.

	COMR	DRAIZ	MASSA	DXILE	DX/DR	XILE-a*	FLOE-a*	TIPP	TIPOO
CV	8,86	28,66	21,32	17,31	17,81	5,36	5,90	10,50	9,60
CV/CVg	0,75	0,13	0,48	0,63	0,40	1,10	0,50	0,49	0,46
Média	14,51	2,26	29,52	0,90	0,40	18,73	22,16	2,12	2,08
Ha^2d (%)	36,26	0,00	18,94	25,21	19,39	69,94	12,38	30,06	35,00
Ha^2 (%) média	53,00	0,00	-	-	-	81,00	49,00	51,00	70,00
Média	14,40	2,29	-	-	-	19,61	22,28	2,28	2,25
IR (%)	16,18	3,11	4,49	18,79	3,42	25,13	4,35	8,97	15,53

COMR: comprimento de raiz; DRAIZ: diâmetro de raiz; MASSA: massa da raiz; DXILE: diâmetro de xilema, DX/DR: relação entre diâmetro do xilema e da raiz; XILE-a: parâmetro a* do xilema; FLOE-a: parâmetro a* do floema; TIPP: tipo de ponta; TIPOO: tipo de ombro.

A afirmação de que a coloração de raízes possui herdabilidade não muito elevada discorda de Laferriere e Gabelman (1968) e de Buishand e Gabelman (1979). No entanto, estimativas semelhantes foram obtidas por Santos e Simon (2006) com herdabilidade de 28 a 42% de para teor de β -caroteno, por Vieira (1988) com 21 a 35% para cor de raízes, e por Traka-Mavrona (1996) com valores de 49 a 86% também para cor de raízes.

Os caracteres comprimento de raiz e diâmetro de xilema, além de apresentar medianos valores de herdabilidade, foram os caracteres com maior importância relativa para a discriminação das famílias estudadas, pela estatística de Singh (1981). O contrário foi verificado para diâmetro de raiz, e relação entre diâmetro de xilema e diâmetro de raiz, que foram os caracteres com menor importância e para estes poderia ser dada menor importância no momento da seleção (Tabela 1).

Para os caracteres tipo de ponta e tipo de ombro, os ganhos com a seleção, para valores maiores ou menores, não foram estimados, pois a opção por determinado formato depende do melhorista.

Confirmando a expectativa indicada pelos valores de herdabilidade, verifica-se que maiores ganhos entre famílias do que dentro de famílias, seriam esperados. Observa-se também que a seleção direta traria ganhos esperados para a maioria dos caracteres, com menores valores para a seleção dentro de famílias para o parâmetro a^* do floema, concordando com os valores de herdabilidade (Tabela 2).

Considerando-se os índices de seleção (Tabela 2), verifica-se que o índice de Willians (1962) e o livre de pesos de Elston (1963), seriam superiores aos demais, porém, a utilização do primeiro ocasionaria uma pequena redução no valor da relação entre diâmetro de xilema/diâmetro de raiz, e para o segundo no parâmetro a^* do xilema. Com a utilização do índice de Pesek e Baker (1969), pequenos ganhos seriam conseguidos para a maioria dos caracteres, e ainda perder-se-ia em massa e a^* do floema. Já o índice de Índice Smith (1936) e Hazel (1943) ocasionaria em ganho negativo para a maioria dos caracteres. Pode-se verificar, portanto, que os melhores índices de seleção para

Tabela 2. Estimativas de ganho com a seleção e famílias selecionadas, de acordo com seleção direta e baseado em diferentes índices de seleção, para caracteres medidos em uma população de cenoura cultivada em sistema de agricultura orgânica. Brasília, 2007.

		Caracteres					
		COMR	DRAIZ	MASSA	DXILE	DX/DR	XILE-a* FLOE-a*
Seleção direta	Ganho de seleção entre (%)	6,75	0	6,21	11,42	7,20	8,69 3,23
	Ganho de seleção dentro (%)	6,19	0	6,15	11,41	5,18	8,65 1,64
Índice Willians (1962)	Ganho de seleção (%)	5,39	0	4,56	0,14	-1,71	2,82 2,39
Índice Smith (1936) e Hazel (1943)	Ganho de seleção (%)	-1,37	0	-0,19	-5,42	-5,43	0,55 -0,07
Índice Pesek Baker (1969)	Ganho de seleção (%)	0,88	0	-2,07	0,61	2,93	2,41 -0,68
Índice Elston (1963)	Ganho de seleção (%)	4,81	0	5,69	9,71	4,94	-3,08 0,42

COMR: comprimento de raiz; DRAIZ: diâmetro de raiz; MASSA: massa da raiz; DXILE: diâmetro de xilema, DX/DR: relação entre diâmetro do xilema e da raiz; XILE-a: parâmetro a* do xilema; FLOE-a: parâmetro a* do floema; TIPP: tipo de ponta; TIPOO: tipo de ombro.

serem utilizados nos dois sistemas seriam Índice de Elston (1963) e principalmente o de Willians (1962).

Vários são os trabalhos encontrados na literatura comparando diferentes índices de seleção, com resultados variando entre as culturas; o Índice Livre de Pesos e Parâmetros (ELSTON, 1963) apresentou boas respostas em eucalipto e feijão-de-corda (MARTINS et al., 2003; SANTOS; ARAÚJO, 2001). Os índices de seleção propostos por Smith (1936) e Hazel (1943), Williams (1962) e Pesek e Baker (1969) mostraram bom desempenho em batata (BARBOSA; PINTO, 1998), e o índice de Smith (1936) e Hazel (1943) se mostrou superior também em milho pipoca (GRANATE et al., 2002).

Conclusões

Os caracteres de maior herdabilidade são comprimento de raiz; cor a* do xilema e tipo de ombro.

Maiores ganhos com a seleção podem ser esperados com a seleção entre famílias.

Os caracteres comprimento de raiz e diâmetro de xilema são mais importantes na diferenciação das famílias, o contrário é verificado para diâmetro de raiz e relação entre diâmetro de xilema e diâmetro de raiz.

Os melhores índices de seleção para serem utilizados nos dois sistemas de produção agroecológicos são Índice de Elston (1963) e, principalmente, o Índice de Willians (1962).

Referências

ALVES, J. C. da S.; PEIXOTO, J. R.; VIEIRA, J. V.; BOITEUX, L. S. Herdabilidade e correlações genotípicas entre caracteres de folhagem e sistema radicular em famílias de cenoura, cultivar Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 3, p. 363-36, jul./set., 2006.

BARBOSA, M. H. P.; PINTO, C. A. B. P. Eficiência de índices de seleção na identificação de clones superiores de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 2, p. 149-156, fev. 1998.

BRAR, J. S.; SUKHIJA, B. S. Variability, heritability and genetic advance in carrot (*Daucus carota* L.). **Journal of Research Punjab Agriculture University**, Punjab, v. 17, n. 4, p. 442-443, 1980.

BUISHAND, J. G.; GABELMAN, W. H. Investigations on the inheritance of colour and carotenoid content in phloem and xylem of carrot roots (*Daucus carota* L.). **Euphytica**, Wageningen, v. 28, n. 3, p. 611-632, 1979.

CARVALHO, F. I. F. de, SILVA, S. A.; KUREK, A. J.; MARCHIORO, V. S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2001. 99 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997. 442 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, 2001. 390 p.

EBERHART, S. A. Factors affecting efficiencies of breeding methods. **African Soils**, v. 15, n. 1/3, p. 669-680, 1970.

ELSTON, R. C. A. Weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. **Biometrics**, Washington, DC, v. 19, n. 1, p. 85-97, mar., 1963.

GRANATE, M. J.; CRUZ, C. D.; PACHECO, C. A. P. Predição de ganho genético com diferentes índices de seleção no milho pipoca CMS-43. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 7, p. 1001-1008, jul., 2002.

HAZEL, L. N. The genetic basics for constructing selections indexes. **Genetics**, Iowa, v. 28, n. 1, p. 476-490, may., 1943.

KORLA, B. N.; SINGH, A. K.; PATTAN, R. S. A research note on variability studies in carrot. **Punjab Horticulture Journal**, Punjab, v. 20, p. 215-217, 1980.

LAFERRIERE, L.; GABELMAN, W. H. Inheritance of colour, total carotenoids, alpha-carotene and beta-carotene in carrots *Daucus carota* L. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 93, p. 408-418, 1968.

MARTINS, I. S.; MARTINS, R. de C. C.; PINHO, D. dos S. Alternativas de índices de seleção em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 287-291. Jul./set., 2003.

MCCOLLUM, G. D. Greening of carrot roots (*Daucus carota* L.): Estimates of heritability and correlation. **Euphytica**, Wageningen, v. 20, n. 4, p. 549-560, nov., 1971.

MICHALIK, B.; ZABAGALO, A.; ZUKOWSKA, E. Investigation of the interdependence of root color and carotene content in carrot variety Selecta. **Plant Breeding Abstracts**, Oxfordshire, v. 55, p. 316, 1985.

PEREIRA, A. S. **Teores de carotenóides em cenoura (*Daucus carota* L.) e sua relação com a coloração das raízes**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002. 128 p.

PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices. **Canadian Journal Plant Science**, Ottawa, v. 49, n. 1, p. 803-804, 1969.

SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P. de. Aplicação de índices para seleção de caracteres agronômicos de feijão-de-corda. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 32, n. 1-2, p. 78-84, 2001.

SANTOS, C. A. F.; SIMON, P. W. Heritabilities and minimum gene number estimates of carrot carotenoids. **Euphytica**, Wageningen, v. 151, n. 1, p. 79-86, fev., 2006.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding**, New, Delhi, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.

SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. **Annual Eugenics**, New York, v. 7, n. 3, p. 240-250, Apr., 1936.

SOUZA, J. L. de. **Manual de horticultura orgânica**. 2.ed. atualizado e ampliado – Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2006. 843 p.

SOUZA, R. B.; ALCÂNTARA, F. A. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, (Circular técnica 65 - Publicação eletrônica), 2008.

TRAKA-MAVRONA, E. Effects of competition on phenotypic expression and differentiation of five quality traits of carrot (*Daucus carota* L.) and their implications in breeding. **Scientia Horticulturae**, Atlanta, v. 65, n. 4, p. 335-340, Aug., 1996.

VIEIRA, J. V. **Herdabilidade, correlações e índice de seleção em populações de cenoura (*Daucus carota* L.)**. Viçosa: UFV, Tese de Doutorado, 1988. 86 p.

WILLIAMS, J. S. The evaluation of a selection index. **Biometrics**, Washington, DC, v. 18, n. 3, p. 375-393, Sep., 1962.

